



① **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**  
⑩ **DE 197 00 963 A 1**

② Aktenzeichen: 197 00 963.8  
② Anmeldetag: 14. 1. 97  
④ Offenlegungstag: 16. 7. 98

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 L 25/16**  
H 01 L 25/00  
H 01 L 49/02  
H 05 K 3/30  
H 05 K 1/18

**DE 197 00 963 A 1**

⑦ Anmelder:  
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

⑦ Erfinder:  
Feustel, Hans-Peter, Dipl.-Ing. (FH), 91154 Roth, DE;  
Loskarn, Friedrich, Dipl.-Ing. (FH), 96114 Hirschaid,  
DE; Rückert, Reinhard, Dipl.-Ing. (FH), 90513  
Zirndorf, DE

⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 35 38 933 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls mit einer aktiven Halbleiterbauelemente und passive Halbleiterbauelemente aufweisenden Schaltungsanordnung

⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls mit einer aktiven Halbleiterbauelemente und passive Bauelemente aufweisenden Schaltungsanordnung und mit einem Schaltungsträger, wobei zumindest ein Teil der aktiven Halbleiterbauelemente auf ein DCB-Substrat aufgelötet und zumindest ein Teil der passiven Bauelemente in Dickschichttechnik auf mindestens einen Keramikträger gedruckt wird. Die Oberseite des DCB-Substrats wird zur Bildung von Leiterbahnen und von Anschlußflächen zur Aufnahme der aktiven Halbleiterbauelemente und der passiven Bauelemente der Schaltungsanordnung strukturiert. Auf den Keramikträger wird für jedes passive Bauelement in Dickschichttechnik eine erste Druckschicht und mindestens eine Kontaktfläche als weitere, sich lateral an die erste Druckschicht anschließende Druckschicht gedruckt. Die Keramikträger für die passiven Bauelemente in Dickschichttechnik werden über die mindestens eine Kontaktfläche mit der/den korrespondierenden Anschlußfläche/n des DCB-Substrats mittels Lötten verbunden.

**DE 197 00 963 A 1**

## Beschreibung

Leistungsmodule werden in vielen Anwendungsbereichen für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt, beispielsweise zur Drehzahl- und Leistungsregelung von Elektromotoren. Bestandteil derartiger Leistungsmodule ist eine als Leistungseinheit fungierende Schaltungsanordnung, die in der Regel sowohl aktive Halbleiterbauelemente wie Leistungshalbleiterbauelemente als auch passive Bauelemente wie Widerstände (bsp. Shunts zur Strommessung) und ggf. Kondensatoren aufweist. Die Leistungshalbleiterbauelemente arbeiten im Schaltbetrieb, weshalb hohe Stromänderungsgeschwindigkeiten auftreten; aufgrund dieser hohen Stromänderungsgeschwindigkeiten ist zur Vermeidung von Überspannungen ein induktionsarmer Aufbau der Schaltungsanordnung erforderlich.

Als Trägerkörper für die aktiven Halbleiterbauelemente (insbesondere die Leistungshalbleiterbauelemente) der Schaltungsanordnung wird daher und aus Gründen der ausreichenden Wärmeabfuhr ihrer Verlustleistung üblicherweise ein sogenanntes DCB-Substrat ("direct copper bonding") verwendet, das aus einer von zwei Kupferschichten umgebenen (bsp. aus Aluminiumoxid  $Al_2O_3$  bestehenden) Keramikschicht zusammengesetzt ist; die aktiven Halbleiterbauelemente (Leistungshalbleiterbauelemente) werden hierbei auf die obere Kupferschicht des DCB-Substrats aufgelötet und mittels Bonddrähten kontaktiert. Die obere Kupferschicht des DCB-Substrats wird strukturiert (unterbrochen), wodurch Leiterbahnen zur Verbindung der Leistungshalbleiterbauelemente gebildet werden.

Das DCB-Substrat wird zur mechanischen Stabilisierung und zur Wärmeabfuhr auf eine als Schaltungsträger dienende Metallplatte aufgebracht, üblicherweise aufgelötet; diese Metallplatte gibt die Verlustwärme an ein Kühlsystem weiter.

Die passiven Bauelemente (insbesondere die Widerstände) der Schaltungsanordnung werden vorteilhafterweise meist in Dickschichttechnik realisiert (d. h. auf einen Keramikträger gedruckt); dieser Keramikträger wird in einem separaten Fertigungsschritt auf den Schaltungsträger benachbart zum DCB-Substrat aufgeklebt (beispielsweise mittels eines Wärmeleitklebers).

Nachteilig hierbei ist, daß

- für das Löten der DCB-Substrate und für das Aufkleben der Keramikträger auf den Schaltungsträger getrennte Prozeßschritte und Technologien erforderlich sind, was Zeitaufwand und Kosten verursacht,
- die Verbindung (Kontaktierung) zwischen den auf den Keramikträgern aufgebrachten passiven Bauelementen und den auf den DCB-Substraten aufgebrachten aktiven Halbleiterbauelementen der Schaltungsanordnung durch deren räumliche Trennung problematisch ist; es werden lange Verbindungsleitungen und Kontaktfahnen benötigt, die sich als parasitäre Induktivitäten negativ auf die Eigenschaften der Schaltungsanordnung bzw. des Leistungsmoduls auswirken (Generierung von Überspannungen, EMV-Problematik).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 mit einfachem Aufbau und Herstellungsverfahren anzugeben, bei dem diese Nachteile vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind Bestandteil der weiteren Patentansprüche.

Beim vorgestellten Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls wird zumindest ein Teil der passiven Bauelemente mittels Dickschichttechnik realisiert (d. h. durch Aufbringen einer ersten Druckschicht als das eigentliche Bauelement und mindestens einer weiteren, sich lateral an die erste Druckschicht anschließenden, als Kontaktfläche fungierenden Druckschicht auf einen Keramikträger); der derart bedruckte Keramikträger (die Dickschichtschaltung) wird mit der Druckseite auf die durch Ausbildung von Leiterbahnen und Anschlußflächen geeignet strukturierte Oberseite des DCB-Substrats (die obere Kupferschicht) aufgelegt und mit dem DCB-Substrat dadurch verbunden, daß die Kontaktfläche/n auf die korrespondierenden Anschlußflächen des DCB-Substrats aufgelötet werden; eine Verbindung (Kontaktierung) mit den anderen auf dem DCB-Substrat angeordneten Halbleiterbauelementen kann auf geeignete Weise entweder direkt über Leiterbahnen oder über Bonddrähte erfolgen. Das DCB-Substrat wird auf geeignete Weise mit dem Schaltungsträger der Schaltungsanordnung verbunden, bsp. auf diesen Schaltungsträger (bsp. eine Metallplatte) aufgelötet. Die Verlustleistung der auf dem Keramikträger angeordneten passiven Bauelemente (insbesondere der Widerstände) wird hierdurch über den Keramikträger und das DCB-Substrat an den Schaltungsträger abgeführt. Die Keramikträger mit den passiven Bauelementen (den Widerständen) können gleichzeitig mit dem Löten der aktiven Halbleiterbauelemente auf das DCB-Substrat und/oder gleichzeitig mit dem Löten des DCB-Substrats auf den Schaltungsträger gelötet werden, so daß hierfür kein eigener Prozeßschritt erforderlich ist; d. h. das Löten der Dickschichtschaltung (passive Bauelemente auf Keramikträger) kann gleichzeitig mit dem Löten der aktiven Halbleiterbauelemente auf das DCB-Substrat oder gleichzeitig mit dem Löten des DCB-Substrats auf den Schaltungsträger oder gleichzeitig mit dem Löten der aktiven Halbleiterbauelemente auf das DCB-Substrat und des DCB-Substrats auf den Schaltungsträger durchgeführt werden.

Auf den Keramikträger können neben den in Dickschichttechnik realisierten Bauelementen weitere Bauelemente (bsp. SMD-Bauelemente) aufgebracht und mittels Kontaktflächen mit der übrigen Schaltungsanordnung verbunden werden.

Die Vorteile des genannten Verfahrens zur Herstellung eines Leistungsmoduls bestehen darin, daß

- Herstellungsaufwand und damit Kosten des Leistungsmoduls durch den gleichzeitig erfolgenden, für die passiven Bauelemente (die Widerstände) und die aktiven Halbleiterbauelemente erforderlichen Lötvorgang reduziert werden,
- aufgrund der geringen Anzahl an Verbindungsleitungen der Schaltungsanordnung und der Reduzierung der Leitungslänge der ggf. noch vorhandenen Verbindungsleitungen ein einfacher und kompakter Aufbau gegeben ist,
- durch die geringen Leitungslängen der Verbindungsleitungen und der Reduzierung der parasitären Induktivitäten Überspannungen und damit Beeinträchtigungen der Funktionsweise des Leistungsmoduls vermieden werden.

Im folgenden ist das Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung beschrieben; in der Figur ist eine schematische Ansicht des Aufbaus des Leistungsmoduls in einer Schnitzzeichnung dargestellt.

Die bsp. auf einem Schaltungsträger 2 mit den Maßen 99 mm × 57 mm × 3 mm angeordnete Schaltungsanordnung

1 des Leistungsmoduls umfaßt bsp. mehrere Leistungshalbleiterbauelemente 11 (Leistungstransistoren und Leistungsdioden) und mehrere Widerstände 10 als Shunts zur Messung der Transistorströme.

Als Trägerkörper für die als Halbleiterelemente ausgebildeten Leistungshalbleiterbauelemente 11 und für die in Dickschichttechnik realisierten Widerstände 10 ist ein DCB-Substrat 3 vorgesehen, das sich aus der ersten (zur Bildung von Leiterbahnen und Anschlußflächen strukturierten) Kupferschicht 32, der als Oxidschicht ausgebildeten Keramikschicht 31 und der zweiten (unstrukturierten) Kupferschicht 33 zusammensetzt. Die Leistungshalbleiterbauelemente 11, bsp. die als Halbleiterelement (Halbleiter-Chip) ausgebildeten Leistungstransistoren und Leistungsdioden, werden auf die Anschlußflächen der ersten Kupferschicht 32 (d. h. auf die Oberseite des DCB-Substrats 3) mittels des Lots 15 aufgelötet und durch diesen Lötprozeß mit dem DCB-Substrat 3 (der ersten Kupferschicht 32) mechanisch (insbesondere zur Wärmeabfuhr ihrer Verlustleistung) und elektrisch über Bonddrähte 12 verbunden. Die Widerstände 10 aus der Widerstandsbahn 13, den beiden lateral sich an die Widerstandsbahn 13 anschließenden Kontaktflächen 14 (Metallisierungen) und einer nicht dargestellten Schutzschicht (Passivierung) werden auf einen Keramikträger 21 gedruckt; dieser Keramikträger 21 wird unter Verwendung der Kontaktflächen 14 auf die hierfür auf der Oberseite des DCB-Substrats 3 (der ersten Kupferschicht 32) vorgesehene Anschlußflächen aufgelötet (mittels des Lots 15). Beispielsweise wird dieser Lötvorgang gleichzeitig mit dem Löten der Leistungshalbleiterbauelemente 11 auf das DCB-Substrat 3 durchgeführt und anschließend das DCB-Substrat 3 mit den aufgebrachten aktiven Halbleiterbauelementen 11 und passiven Bauelementen 10 auf den bsp. als metallische Kupferplatte ausgebildeten Schaltungsträger 2 aufgelötet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Keramikträger (21) weitere Bauelemente aufgebracht werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls mit einer aktiven Halbleiterbauelemente (11) und passiven Bauelemente (10) aufweisenden Schaltungsanordnung (1) und mit einem Schaltungsträger (2), wobei zumindest ein Teil der aktiven Halbleiterbauelemente (11) auf ein DCB-Substrat (3) aufgelötet und zumindest ein Teil der passiven Bauelemente (10) in Dickschichttechnik auf mindestens einen Keramikträger (21) gedruckt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß
  - die Oberseite (32) des DCB-Substrats (3) zur Bildung von Leiterbahnen und Anschlußflächen zur Aufnahme der aktiven Halbleiterbauelemente (11) und der passiven Bauelemente (10) der Schaltungsanordnung (1) strukturiert wird,
  - auf den/die Keramikträger (21) für jedes vorgesehene passive Bauelement (10) in Dickschichttechnik eine erste, die Eigenschaften des passiven Bauelements (10) bestimmende Druckschicht (13) und mindestens eine Kontaktfläche (14) als weitere, sich lateral an die erste Druckschicht (13) anschließende Druckschicht gedruckt wird, und
  - der/die Keramikträger (21) über die mindestens eine Kontaktfläche (14) mit der/den korrespondierenden Anschlußfläche/n des DCB-Substrats (3) mittels Lötens verbunden wird/werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Löten der Keramikträger (21) gleichzeitig mit dem Löten der aktiven Halbleiterbauelemente (11) auf das DCB-Substrat (3) und/oder gleichzeitig mit dem Löten des DCB-Substrats (3) auf den Schaltungsträger (2) erfolgt.

